

Polarkoordinaten-Oszillograph

Im Jahre 1936 entwickelte v. Ardenne einen Polarkoordinaten-Oszillographen. [1] Der folgende Text und die Bilder sind entnommen aus [2]. In [3] wird das Gerät als „Polarkoordinatenschreiber“ mit 2 Bildern kurz vorgestellt.

1 Polarkoordinaten-Oszillograph Leybold – v. Ardenne

Weiterhin hat die Firma Leybold und v. Ardenne einen „Polarkoordinaten-Oszillographen“ herausgebracht, der auch als „Elektronenstrahluhr“ bezeichnet wird. Bild 1.1 veranschaulicht das Prinzip dieser Neukonstruktion.

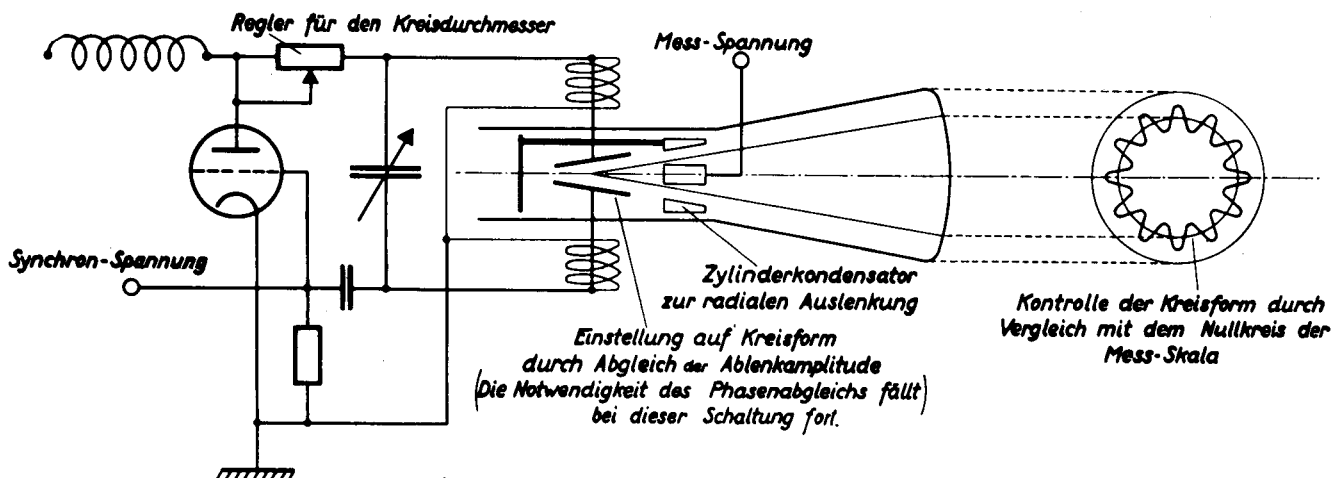


Bild 1.1: Prinzip des Polarkoordinaten-Oszillographen nach v. Ardenne

Wir sehen zunächst eine normale Braunsche Röhre, die zur Ablenkung in der einen Richtung zwei Spulen, zur Ablenkung in der anderen Richtung zwei Ablenkplatten besitzt. Diese Einrichtung gestattet, auf dem Schirm der Röhre einen Kreis zu beschreiben. Kippspannungen werden nicht verwendet. Die Schaltung links im Bild zeigt einen Drehfeldgenerator, der eine sinusförmige Spannung erzeugt. Der Strom des Schwingkreises durchfließt die Spulen, während die an den Spulen-Enden verfügbare Spannung an die Ablenkplatten geführt wird. Da Strom und Spannung um 90° phasenverschoben sind, entsteht auf dem Leuchtschirm der gewünschte Kreis. Mit dem eingezeichneten Regler kann man die Größe des Kreises so einstellen, daß das Leuchtschirmbild mit einer auf dem Kolbenboden eingezätzten Meßskala übereinstimmt. Die erzeugte Ablenkfrequenz kann mit einer in der Frequenz genau festliegenden Spannung synchronisiert werden. Die Zuführung der Anodenspannung geschieht über eine Drossel.

Ist die genaue Größe der synchronisierenden Frequenz bekannt, so liegt auch die Zeit fest, die der Elektronenstrahl zum einmaligen Durchlaufen des Kreises benötigt. Die Umlauffrequenz kann zwischen 600 und 100 000 Hz eingestellt werden, was einer Zeit von $1/600 \dots 11/100000$ Sekunde entspricht. Da die Ablenkung völlig zeitproportional geschieht, ist auch der durch den Kreis festliegende „Zeitmaßstab“ völlig linear. Ein weiterer Vorteil dieses Zeitmaßstabs ist seine große Ausdehnung und damit die große Ablesegenauigkeit, die (wegen der Kreisform) etwa 3,14mal so groß ist wie die Ausdehnung eines geraden Spannungsstrichs bei gleicher Leuchtschirmgröße. Ein Voltmeter hat ja auch eine um so größere Ablesegenauigkeit, je größer seine Skala ist.

Nun kommt das Wichtigste, nämlich der Zeiger, der auf dieser Skala spielt. Im Inneren der Braunschen Röhre ist ein ringförmiger Kondensator angeordnet, durch dessen Hohlraum der Elektronenstrahl wandern muß. An die Belege dieses Kondensators wird die eigentliche Meßspannung angeschlossen. Auf diese Weise kann man vor allen Dingen die kleinsten Zeitunterschiede messen, die zwischen zwei verschiedenen Spannungen liegen.

Ist beispielsweise der „Maßstab“ so eingestellt, daß der Beschreibung eines vollen Kreises eine Zeit von $1/200000$ Sekunde entspricht, so entspricht dem 300sten Teil des Kreisumfanges eine Zeit von etwa $1/60000000$ Sekunde. Diese Zeit kann man noch gut feststellen, da der Kreisumfang 300 mm beträgt und

Unterschiede von etwa 1 mm bequem ablesbar sind. Die auf den ringförmigen Kondensator einwirkende Meßspannung macht sich durch kleine Höcker der Kreislinie bemerkbar. Als Beispiel zeigt Bild 1.2 die Aufzeichnung zweier Spannungswerte, von denen der eine ein wenig später auftrat. Die Entfernung der Höckerspitzen voneinander ist nach den obigen Erläuterungen ein Maß für die zwischen den beiden Spannungswerten liegende Zeit, die in diesem Beispiel 7,6 Millionstel Sekunden beträgt. Ein großer Vorteil dieses Zeitmessers liegt darin, daß man durch Wahl der Umlauffrequenz fast jeden beliebigen Meßbereich einstellen kann.

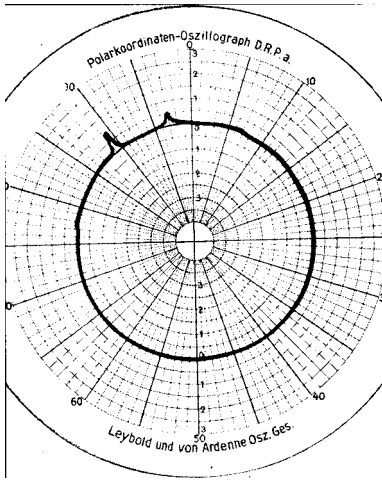


Bild 1.2: Polarkoordinaten-Oszillogramm mit zwei Zeigermarken, die zwei nacheinander aufgetretenen Spannungswerten entsprechen. Bei dieser Messung betrug der Zeitabstand zwischen den beiden Zeigermarken 7,6 Millionstel Sekunde

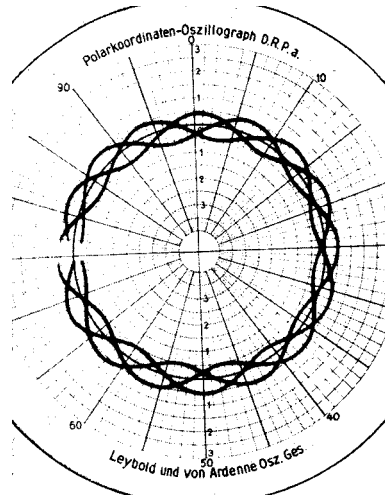


Bild 1.3: Polarkoordinaten-Oszillogramm einer synchronisierten, nahezu sinusförmigen Meßspannung. Die Synchronisierung, die bei der zur Anwendung kommenden neuartigen Schaltung ohne Einfluß auf die Kreisform ist, geschieht durch einfache Mitnahme

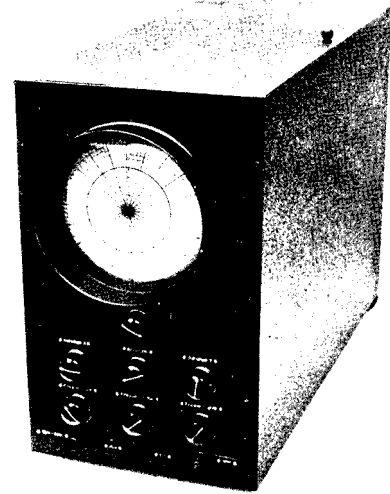


Bild 1.4: Der Polarkoordinaten-Oszillograph nach v. Ardenne

Ferner gestattet der neue Oszillograph die Aufzeichnung wirklich unverzerrter Bilder, eine Möglichkeit, die im allgemeinen nur beim Polarkoordinatensystem besteht. Bild 1.3 zeigt ein solches Oszillogramm einer synchronisierten, nahezu sinusförmigen Spannung. Wie man sieht, beeinflußt die Synchronisation die Kreisform in keiner Weise. Bild 1.4 zeigt das Aussehen des Oszillographen, der mit seinen Hilfsgeräten in einen Kasten eingebaut ist. Man erkennt auf dem Leuchtschirm deutlich das Polarkoordinaten-Netz, das man jederzeit entsprechend der Umlauffrequenz eichen kann und das auf diese Weise ein recht einfaches Ablesen der Zeit erlaubt. Die hohe Umlaufgeschwindigkeit des Strahles verhindert mit Sicherheit ein Verbrennen des Leuchtschirms. Das Gerät wird sich in Laboratorien, die öfter mit der Messung kleinster Zeiten zu tun haben, in kurzer Zeit durchsetzen. Man erkennt auch an diesem Beispiel deutlich die großen praktischen Möglichkeiten, die in der Elektronenoptik stecken.

Literatur

- [1] v. Ardenne, M.: Z. techn. Physik 17 (1936), S. 660
- [2] Günther, H. (Hrsg.): *Fortschritte der Funktechnik und ihrer Grenzgebiete*, Bd. 2, Frankh, 1937, pp. 72 – 74
- [3] Zinke, O.: *Hochfrequenz-Meßtechnik*, Hirzel, 2.A., 1947, pp. 210 – 211